

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 195 05 076 A 1

21 Aktenzeichen: 195 05 076.2  
22 Anmeldetag: 15. 2. 95  
43 Offenlegungstag: 5. 9. 96

51 Int. Cl. 8:  
B21 D 41/04  
B 26 F 3/04  
H 01 J 9/40  
H 01 J 35/16  
B 23 K 31/00  
// B23K 101:08

DE 195 05 076 A 1

71 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:  
Müller, Werner, Dipl.-Ing., 91452 Wilhelmsdorf, DE

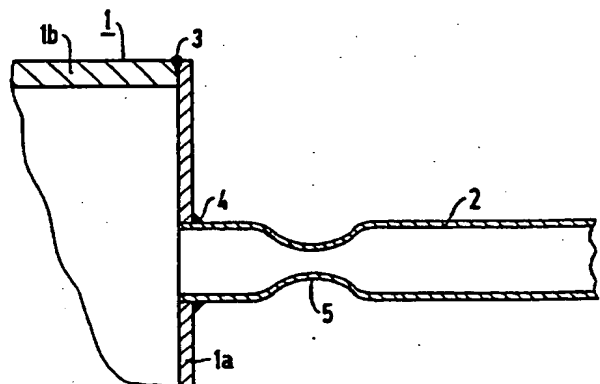
56 Entgegenhaltungen:  
DE 26 48 741 A1  
Lochner, K.H., Ballweg, T., Fahrenkrog, H.-H.:  
»Verbesserung des Vakuums in Isoliergefäßen aus  
Glas« In: Vakuum In der Praxis(1994)Nr. 3, S. 175-186;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zum vakuumdichten Verschließen eines metallischen Rohres, nach dem Verfahren verschlossenes Rohr sowie Verwendung des Rohres

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum vakuumdichten Verschließen eines in ein evakuiertes Volumen mündenden metallischen Rohres (2). Das Verfahren weist als Verfahrensschritte auf:

- a) Vorverformen des Rohres (2), derart, daß sich lokal ein im Vergleich zu dem des unverformten Rohres (2) geringerer Durchlaßquerschnitt (q) ergibt, und
- b) Endverformen des Rohres (2) durch ein Kaltverformungsverfahren im Bereich der Vorverformung (5) und in Richtung des Vorverformens, derart, daß der Durchlaßquerschnitt gleich Null ist und eine Kaltpreßverschweißung (10) auftritt.



DE 195 05 076 A 1

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum vakuumdichten Verschließen eines in ein evakuiertes Volumen mündenden metallischen Rohres aufweisend den Verfahrensschritt, daß das Rohr durch ein Kaltverformungsverfahren derart verformt wird, daß der Durchlaßquerschnitt des Rohres im Bereich der Verformung gleich Null ist und eine Kaltpreßverschweißung im Bereich der Verformung auftritt.

Ein derartiges Verfahren ist bei Karlheinz Lochner et al., "Verbesserung des Vakuums in Isoliergefäßen aus Glas", Vakuum in der Praxis, 1994, Nr. 3, Seite 182, VCH Verlagsges. GmbH, Weinheim 1994, beschrieben. Wird das Verfahren der eingangs genannten Art verwendet, um den Pumpstutzen eines zu evakuierenden Hohlraumes zu verschließen, so bietet dies gemäß der genannten Druckschrift im Vergleich zu anderen Verfahren, z. B. dem Abschmelzen eines gläsernen Pumpstutzens, den Vorteil, daß der im Zuge des Verschließens in dem Hohlraum auftretende Druckanstieg vergleichsweise gering, da keine Ausgasungen auftreten.

Versuche bei der Röntgenröhrenherstellung haben dennoch gezeigt, daß bei Röntgenröhren, deren Pumpstutzen nach einem Verfahren der eingangs genannten Art verschlossen wird, unmittelbar im Anschluß an den Verschlußvorgang ein Druckanstieg auftritt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, bei dem der im Anschluß an das Verschließen eines evakuierten Raumes auftretende Druckanstieg möglichst gering ist.

Nach der Erfindung wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zum vakuumdichten Verschließen eines metallischen Rohres, aufweisend die Verfahrensschritte:

a) Vorverformen des Rohres in einer solchen Richtung, daß sich lokal ein Durchlaßquerschnitt ergibt, der im Vergleich zu dem des unverformten Rohres geringer ist, und

b) Endverformen des Rohres durch ein Kaltverformungsverfahren wenigstens im wesentlichen in Richtung der Vorverformung derart, daß der Durchlaßquerschnitt gleich Null ist und eine Kaltpreßverschweißung auftritt.

Versuche haben gezeigt, daß der Druckanstieg im Vergleich zum Stand der Technik geringer ist, wenn das Rohr nach dem erfindungsgemäßen Verfahren verschlossen wird.

Es wird vermutet, daß in das Material des Rohres eindiffundierte bzw. eingelagerte Gasmoleküle infolge der beim Verformen des Rohres auftretenden Gefügeveränderungen frei werden. Dies würde bedeuten, daß in einem evakuierten Raum, der durch eine Kaltpreßverschweißung im Bereich des Rohres verschlossen wird, unweigerlich ein Druckanstieg infolge der frei werdenden Gasmoleküle auftritt. Dieser Druckanstieg ist im Falle des erfindungsgemäßen Verfahrens geringer, da das Rohr bereits vorverformt ist und somit zum Verschließen des Rohres bzw. evakuierten Raumes eine geringfügige Verformung des Rohres im Zuge der Endverformung ausreicht und eine entsprechend geringe Anzahl von Gasmolekülen frei wird. Die im Zuge der Vorverformung des Rohres frei werdenden Gasmoleküle können sich selbstverständlich nicht im Sinne eines Druckanstieges auswirken.

Als weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist eine höhere Standzeit der zum Endverformen

des Rohres dienenden Formwerkzeuge zu nennen. Als zusätzlicher Vorteil ist zu nennen, daß dann, wenn das Rohr durch Schweißen oder Löten mit einem ein zu evakuierendes Volumen aufweisenden Gegenstand verbunden wird, der Abstand der verformten bzw. zu verformenden Stelle des Rohres von der Lötnaht geringer als im Falle herkömmlicher Verfahren sein kann, ohne daß es zu unzulässigen Beanspruchungen der Schweiß- bzw. Lötnaht kommen kann, sofern das Rohr in bereits vorverformtem Zustand mit dem Gegenstand verbunden wird. Bei Röntgenröhren bietet dies den Vorteil, daß das die Röntgenröhre üblicherweise umgebende Schutzgehäuse kompakter sein kann.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist der zusätzliche Verfahrensschritt vorgesehen, daß sich an die Vorverformung eine Wärmebehandlung des Rohres im Sinne der Erzeugung einer guten Kaltverformbarkeit des Materials des Rohres zumindest in dem vorverformten Bereich anschließt. Hierdurch wird zum einen sichergestellt, daß die Endverformung mit geringen Verformungskräften möglich ist, was sich günstig im Sinne der Standzeit der Umformwerkzeuge auswirkt. Es kommt hinzu, daß sich infolge der guten Verformbarkeit des Materials des Rohres in dem verformten Bereich die beim Endverformen des Rohres auftretenden Verformungen im wesentlichen auf den bereits vorverformten Bereich beschränken, so daß der Abstand zu einer eventuellen Schweiß- oder Lötnaht weiter verringert werden kann. Außerdem führt die Wärmebehandlung zu einer Verringerung der in dem Material des Rohres vorhandenen Gasmoleküle, so daß der im Zusammenhang mit dem Endverformen auftretende Druckanstieg in einem evakuierten Raum nochmals geringer ist.

Unter Umständen kann auf die sich an die Vorverformung anschließende Wärmebehandlung verzichtet werden, wenn die Vorverformung des Rohres durch ein Warmverformungsverfahren erfolgt.

Gemäß einer Variante der Erfindung erfolgt die Endverformung in einem solchen Maße, daß das Rohr im Bereich der Verformung durchtrennt wird. Es sind also keine zusätzlichen Verfahrensschritte zum Abtrennen des jenseits der Verformung befindlichen Teiles des Rohres erforderlich.

Zumindest die Vor- oder die Endverformung erfolgt zwischen den einander gegenüberliegenden, parallel zueinander verlaufenden, balligen Umformkanten zweier Umformstempel.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung besteht ein durch das erfindungsgemäße Verfahren verschlossene Rohr aus Kupfer, Aluminium, Nickel, einer Kupfer, Nickel oder Aluminium enthaltenden Legierung oder aus Edelstahl.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist ein Gegenstand ein evakuiertes Volumen auf, in das ein Rohr mündet, das durch das erfindungsgemäße Verfahren verschlossen ist und aus Kupfer, Aluminium, Nickel, einer Kupfer, Nickel oder Aluminium enthaltenden Legierung oder aus Edelstahl besteht. Ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Gegenstandes sieht den Verfahrensschritt vor, daß das Rohr in vorverformten Zustand mit dem Gegenstand verlötet oder verschweißt wird. Das nach dem Verschließen des Rohres an den Gegenstand verbleibende Rohrstück kann dann besonders kurz sein.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Vakuumgehäuse einer Röntgenröhre als Pumpstutzen ein Rohr auf, das durch ein erfindungsge-



mäßes Verfahren verschlossen ist und aus Kupfer, Aluminium, Nickel, einer Kupfer, Nickel oder Aluminium enthaltenden Legierung oder aus Edelstahl besteht. Auch hier kann das nach dem Verschließen des Rohres an dem Vakuumgehäuse verbleibende Rohrstück besonders kurz sein, wenn es in bereits vorverformtem Zustand mit dem Vakuumgehäuse verlötet oder verschweißt wird.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beigelegten Zeichnungen erläutert, in denen der Herstellungsprozeß eines Gegenstandes, nämlich einer Röntgenröhre, dargestellt ist, der ein evakuiertes Volumen aufweist, in das ein nach dem erfindungsgemäßen Verfahren verschlossenes Rohr, nämlich der Pumpstutzen der Röntgenröhre, mündet.

Es zeigen:

Fig. 1 den mit dem Pumpstutzen versehenen Teil des Vakuumgehäuses einer Röntgenröhre im Längsschnitt,

Fig. 2 den in Fig. 1 dargestellten Bereich der Röntgenröhre in einem teilweisen Querschnitt,

Fig. 3 den in das Vakuumgehäuse der Röntgenröhre gemäß den Fig. 1 und 2 eingelöteten Pumpstutzen während seiner Herstellung im Längsschnitt,

Fig. 4 einen Schnitt gemäß Linie IV-IV in Fig. 3,

Fig. 5 in zu der Fig. 1 analoger Darstellung die Röntgenröhre während des Verschließens des Pumpstutzens,

Fig. 6 in zu der Fig. 2 analoger Darstellung die Röntgenröhre mit verschlossenem Pumpstutzen, und

Fig. 7 den Schnitt gemäß Linie VII-VII in Fig. 6.

Gemäß den Fig. 1 und 2 besteht das Vakuumgehäuse 1 der in diesen Figuren teilweise dargestellten Röntgenröhre im Bereich des Pumpstutzens 2 aus einem zylindrischen Rohrabchnitt 1a, in den ein kreisscheibenförmiger Boden 1b vakuumdicht eingelötet oder eingeschweißt ist (Naht 3).

Der Rohrabchnitt 1a weist eine Öffnung auf, in die der Pumpstutzen 2 eingepaßt ist, der mit dem Rohrabchnitt 1a vakuumdicht verlötet oder verschweißt ist (Naht 4).

Der Pumpstutzen 2, der im Falle des beschriebenen Ausführungsbeispiels an sich die Gestalt eines zylindrischen Rohres hat, weist eine Vorverformung 5 auf, die in einer solchen Richtung erfolgt ist, daß sich lokal ein Durchlaßquerschnitt q (siehe Fig. 4) ergibt, der im Vergleich zum Durchlaßquerschnitt des unverformten Rohres geringer ist.

Die Vorverformung 5 wird gemäß den Fig. 3 und 4 mittels zweier Stempel 6a und 6b hergestellt. Die Stempel 6a und 6b weisen einander gegenüberliegende, parallel zueinander verlaufende, ballige Umformkanten 7a, 7b auf, so daß die Vorverformung 5 die Gestalt einer beidseitigen Eindellung des Pumpstutzens 2 hat.

Das Vorverformen kann bei Raumtemperatur durch Kaltverformung oder bei erwärmtem Pumpstutzen 2 durch Warmverformung erfolgen.

In beiden Fällen ist es zweckmäßig, wenn sich an die Herstellung der Vorverformung 5 eine Wärmebehandlung des Pumpstutzens 2 im Sinne der Erzeugung einer guten Kaltverformbarkeit des Materials des Pumpstutzens 2 zumindest im Bereich der Vorverformung 5 anschließt. Die Art der Wärmebehandlung hängt von dem Material des Pumpstutzens 2 ab. Als Materialien eignen sich Kupfer, Aluminium, Nickel, Legierungen, die Aluminium, Kupfer oder Nickel enthalten, oder Edelstahl. Wenn die Vorverformung 5 des Pumpstutzens 2 durch Warmverformung erfolgt, kann die Wärmebehandlung unter Umständen entfallen.

Nach Herstellung der Vorverformung 5 und einer

sich eventuell anschließenden Wärmebehandlung wird der Pumpstutzen 2 in der in den Fig. 1 und 2 dargestellten Weise in das Vakuumgehäuse 1 eingelötet bzw. eingeschweißt.

Im Anschluß hieran wird die Röntgenröhre über den Pumpstutzen 2 mit einer Vakuumpumpe verbunden und in an sich bekannter Weise ausgeheizt und evakuiert.

Zum vakuumdichten Verschließen des Pumpstutzens 2 und damit des Vakuumgehäuses 1 wird der Pumpstutzen 2 im Bereich der Vorverformung 5 endverformt, und zwar derart, daß der Durchlaßquerschnitt gleich Null ist und eine Kaltpreßverschweißung 10 entsteht (siehe Fig. 7).

Auch das Endverformen erfolgt gemäß Fig. 5 mittels zweier Umformstempel 8a, 9a, und zwar zwischen deren einander gegenüberliegenden, parallel zueinander verlaufenden, balligen Umformkanten 9a und 9b.

Das Endverformen erfolgt in der aus den Fig. 6 und 7 ersichtlichen Weise in einem solchen Maße, daß der Pumpstutzen 2 nicht nur vakuumdicht verschlossen wird, sondern der, von der Röntgenröhre aus gesehen, jenseits der Verformungsstelle liegende, nach dem Verschließen der Röntgenröhre überflüssige Teil des Pumpstutzens 2 abgetrennt wird.

Die Ausrichtung der Umformkanten 9a und 9b der Umformstempel 8a und 8b entspricht, wie aus Fig. 5 einerseits und Fig. 3 und 4 andererseits ersichtlich ist, wenigstens im wesentlichen der der Umformkanten 6a und 6b der Umformstempel 7a und 7b, so daß Vor- und Endverformen wenigstens im wesentlichen in der gleichen Richtung erfolgen.

Als wesentlichste Vorteile der Erfindung sind zu nennen, daß

a) durch das Vorverformen des Pumpstutzens 2 der im Zuge des vakuumdichten Verschließens auftretende Druckanstieg im Vergleich zum Stand der Technik geringer ist, und

b) die Länge a (siehe Fig. 6) des an dem Vakuumgehäuse 1 verbleibenden Teiles des Pumpstutzens 2 und damit der Abstand der verformten Stelle des Pumpstutzens 2 von der Naht 4 geringer als beim Stand der Technik sein kann, da der Pumpstutzen 2 bereits in vorverformtem Zustand mit dem Vakuumgehäuse 1 verbunden wird.

Die Erfindung wird vorstehend am Beispiel einer Röntgenröhre erläutert. Sie ist jedoch auch bei anderen Gegenständen und überall dort einsetzbar, wo metallische Rohre vakuumdicht zu verschließen sind.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum vakuumdichten Verschließen eines in ein evakuiertes Volumen mündenden metallischen Rohres (2), aufweisend die Verfahrensschritte

- Vorverformen des Rohres (2) in einer solchen Richtung, daß sich lokal ein Durchlaßquerschnitt (q) ergibt, der im Vergleich zu dem des unverformten Rohres (2) geringer ist, und
- Endverformen des Rohres (2) durch ein Kaltverformungsverfahren wenigstens im wesentlichen im Bereich der Vorverformung (5) und wenigstens im wesentlichen in Richtung des Vorverformens derart, daß der Durchlaßquerschnitt gleich Null ist und eine Kaltpreßverschweißung (10) auftritt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, aufweisend den zusätzlichen Verfahrensschritt einer sich an das Vorverformen anschließenden Wärmebehandlung des Rohres (2) im Sinne der Erzeugung einer guten Kaltverformbarkeit des Materials des Rohres (2) 5  
zumindest im Bereich der Vorverformung (5).
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem das Vorverformen durch ein Warmverformungsverfahren erfolgt.
4. Verfahren nach einem der nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei welchem das Endverformen in einem solchen Maße erfolgt, daß das Rohr (2) durchtrennt wird. 10
5. Verfahren nach einem der nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei welchem zumindest das Vor- 15  
oder das Endverformen zwischen den einander gegenüberliegenden, parallel zueinander verlaufenden, balligen Umformkanten (7a, 7b bzw. 9a, 9b) zweier Umformstempel (6a, 6b bzw. 8a, 8b) erfolgt.
6. Rohr (2), welches durch ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 verschlossen ist und aus 20  
Kupfer, aus Aluminium, aus Nickel, aus einer Kupfer, Aluminium oder Nickel enthaltenden Legierung oder aus Edelstahl besteht.
7. Gegenstand, welcher ein evakuiertes Volumen 25  
aufweist, in das ein Rohr (2) mündet, das durch ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 verschlossen ist und aus Kupfer, aus Aluminium, aus Nickel, aus einer Kupfer, Aluminium oder Nickel 30  
enthaltenden Legierung oder aus Edelstahl besteht.
8. Verfahren zur Herstellung des Gegenstand nach Anspruch 7, aufweisend den Verfahrensschritt, daß das Rohr (2) in vorverformtem Zustand mit dem Gegenstand verlötet oder verschweißt wird.
9. Röntgenröhre, deren Vakuumgehäuse (1) als 35  
Pumpstutzen ein Rohr (2) aufweist, das durch ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 verschlossen ist und aus Kupfer, aus Aluminium, aus Nickel, aus einer Kupfer, Aluminium oder Nickel 40  
enthaltenden Legierung oder aus Edelstahl besteht.
10. Verfahren zur Herstellung der Röntgenröhre nach Anspruch 9, aufweisend den Verfahrensschritt, daß der Pumpstutzen in vorverformtem Zustand mit dem Vakuumgehäuse (1) verlötet oder verschweißt wird. 45

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

50

55

60

65

- Leerseite -

BEST AVAILABLE COPY

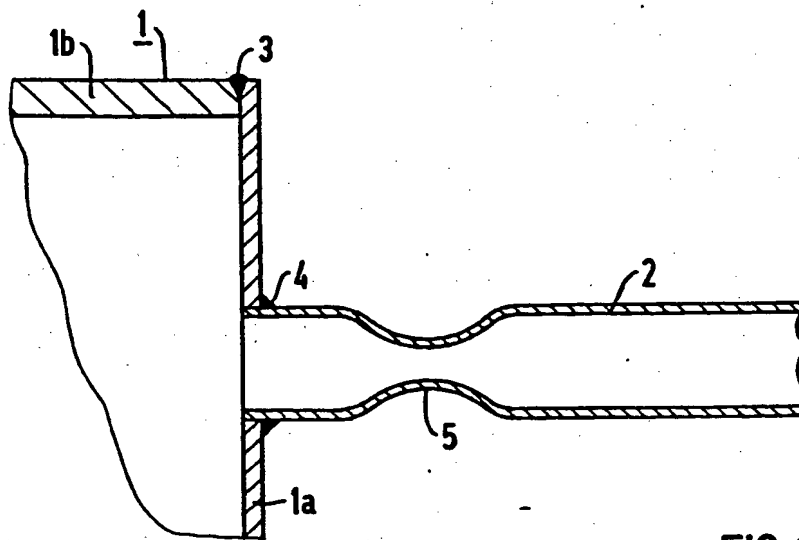


FIG 1

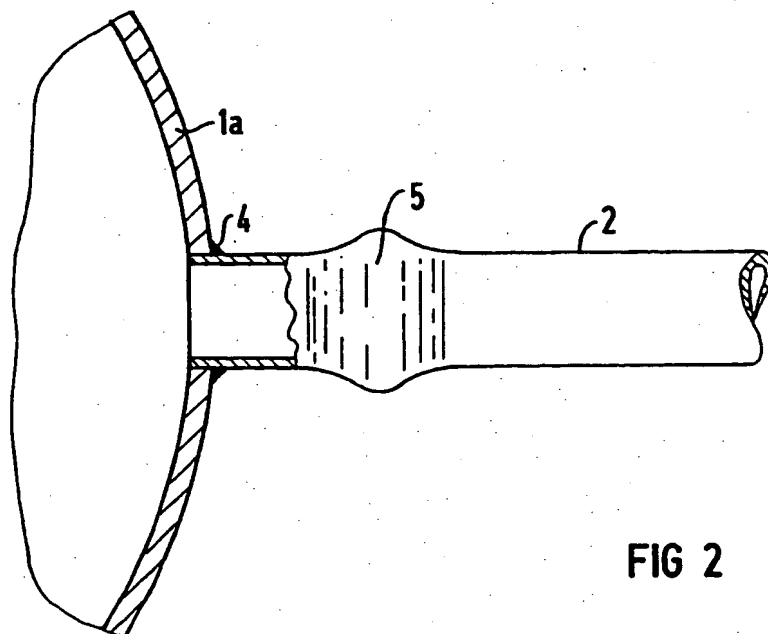


FIG 2



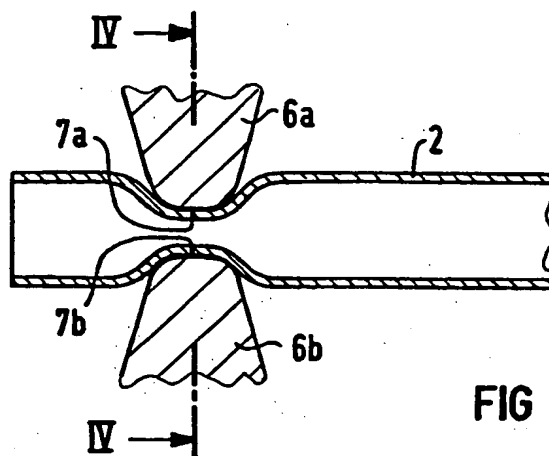


FIG 3

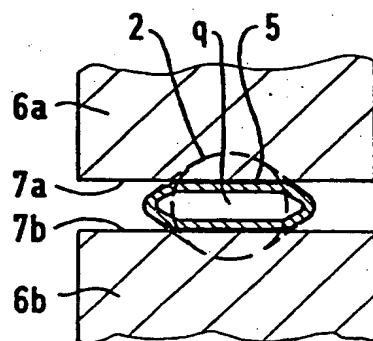


FIG 4

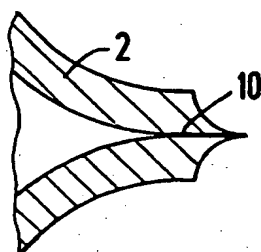


FIG 7

